

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-55949

(43) 公開日 平成9年(1997) 2月25日

(51) IntCl ⁶	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 9/04			H 0 4 N 9/04	B
9/73			9/73	A

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平7-205664

(22) 出願日 平成7年(1995) 8月11日

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72) 発明者 久保 広明

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

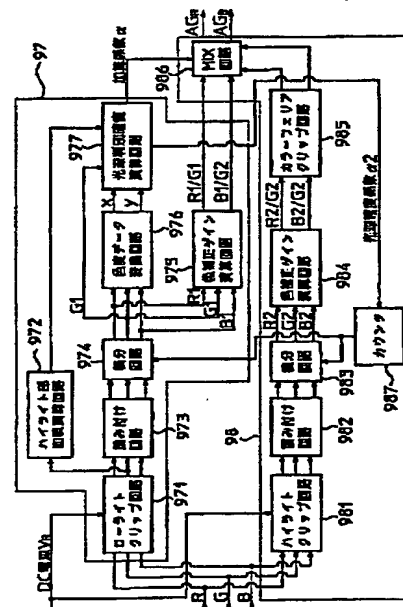
(74) 代理人 弁理士 小谷 悦司 (外3名)

(54) 【発明の名称】 撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 同一光源下での画面構成の変化に伴うホワイトバランスの変化を抑制し、安定した色補正制御を可能にする。

【解決手段】 ローライต์クリップ回路971で撮像画像のハイライト部が抽出され、光度データ変換回路976により光源の有無及びその色温度が判別され、光源判別確度演算回路977によりその判別結果の信頼度が演算される。光源の色温度情報が含まれていると、MIX回路986によりハイライト部のR色の画像データとハイライト部以外の領域のR色、B色の画像データとから光源の色温度に基づくWB調整用のゲイン制御値が設定される。このゲイン制御値はカウンタ987により所定期間で設定され、この周期は光源判別確度演算回路977の信頼度の演算結果に応じて変更される。光源の色温度が確定しているときはゲイン制御値の設定周期を長くしてWB調整のふらつきを抑制できるようにした。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光をその光量に対して対数圧縮された電気信号に変換して出力する対数特性を備えた複数の光電変換素子からなる撮像手段と、上記撮像手段で撮像された画像から所定の高輝度領域を抽出する領域抽出手段と、抽出された高輝度領域における光源の有無を判別する判別手段と、上記判別手段の判別結果の確度を算出する確度算出手段と、上記高輝度領域から光源の色温度を検出する検出手段と、検出された光源の色温度に基づき上記撮像画像のホワイトバランス調整用データを生成するデータ生成手段と、所定の周期で上記ホワイトバランス調整用データを生成するデータ生成制御手段と、上記確度算出手段の算出結果に応じて上記ホワイトバランス調整用データの生成周期を変更する周期変更手段とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、CCD等の撮像素子を用いた撮像装置に係り、特に撮像画像のホワイトバランス調整に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 レンズに入射した光像を電気信号に変換して取り込むカラービデオカメラやステレオビデオカメラにおいては、使用されるCCD (Charge Coupled Device) 等の撮像センサの分光感度特性は一定で、被写体の光源の色温度が変化した場合、撮像画像に色ずれが生じるため、通常、この色ずれを補正するために撮像信号のホワイトバランスが取られるようになっている。

【0003】 上記ホワイトバランスは、撮像画像内の光源の色温度情報が含まれる高輝度部（白色部）の画像データに基づき撮像画像のR、G、Bの各色成分のレベル比（ R/G 、 B/G ）を調整することにより可能であるが、従来のカラービデオカメラやステレオビデオカメラでは、入射光量に比例した電圧を出力するリニアな光電変換特性を有するCCDが用いられており、被写体の輝度範囲に対するダイナミックレンジが不十分で、撮像画面内の高輝度部から正確に光源の色温度情報が抽出できないため、高輝度部の画像データを用いたホワイトバランスの調整方法は採用されていない。

【0004】 すなわち、従来のビデオカメラに使用される撮像センサは、図14の特性①に示すように、光の強度（特性①の傾き）を比例係数とする入射光量に比例した電圧を出力するリニアな光電変換特性を有し、ダイナミックレンジに対する入射光量の範囲（領域A1）が狭く、撮像センサの露光時間のみを制御して撮像すると、光源の色温度情報が含まれる高輝度部（領域A2）の画像はオーバーフローしてしまう。特に補色系単板式CCDを用いたものでは色変調キャリアが飽和して色が回るため、色再現性を考慮すると、更にダイナミックレンジが狭くなる。

【0005】 このため、正確な光源の色温度情報が得られない高輝度部の画像データに基づいてホワイトバランスの調整を行うと、却って色ずれを悪化させることになる。

【0006】 絞りにより入射光量を制限して特性①の傾きを特性②のように変化させ、入射光量と露光時間とを制御して撮像センサのダイナミックレンジを拡張することによりオーバーフローさせることなく高輝度部の画像を取り込むことも可能であるが、主要被写体部のS/N比劣化を招くため、このような露出制御は行うことができず、高輝度部の画像データに基づくホワイトバランス調整は採用されていない。

【0007】 上記のように撮像センサの光電変換特性により高輝度部から信頼性のある光源情報が得られないので、従来、これに代わるものとして比較的明るく彩度の低い部分の撮像信号に基づきホワイトバランスの調整が行われている。

【0008】 すなわち、R、G、Bの各色成分の画像信号をY信号（輝度信号）とC信号（色信号）とに変換し、C信号が所定レベル以下で、かつ、Y信号が所定レベル以上の部分の画像信号を基準レベルとしてホワイトバランスの調整が行われている。

【0009】 また、被写体の光源の変化や画面構成の変化により撮影画面の色バランスが変化した場合にも色ずれを補正し得るように、上記ホワイトバランス調整用データは所定の周期で更新されるようになっている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、例えば同一光源下での動態撮影のように撮影画面が変化する場合、この撮影画面の変化に応じてホワイトバランス調整を行うと、物体が変化する度に色バランスがふらつき、却って不快な映像となるため、ホワイトバランス調整を頻繁に行うことは好ましくない。このため、従来は、上記ホワイトバランス調整用データの更新周期は比較的長く設定し、撮影画面が少々変化してもホワイトバランス調整値はホールドするようになっている。

【0011】 しかし、ホワイトバランス調整の更新周期をあまり長くすると、被写体の光源が変化したとき、ホワイトバランス調整が行われず、色ずれが生じるおそれがあるので、好ましくは被写体の光源の変化に応じてホワイトバランス調整を更新するほうがよいが、従来のホワイトバランスの調整方法は、比較的明るく彩度の低い部分の撮像データから光源の色温度情報を推定しているので、光源の色温度を正確に推定することはできず、被写体の光源の変化に応じてホワイトバランス調整を更新することは困難となっている。

【0012】 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、対数圧縮型の光電変換特性を有する撮像素子を用いて撮像し、この撮像画像の光源の色温度に基づきホワイトバランスの更新周期を制御することにより光源に変

化に応じて好適に色補正が可能な撮像装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明は、入射光をその光量に対して対数圧縮された電気信号に変換して出力する対数特性を備えた複数の光電変換素子からなる撮像手段と、上記撮像手段で撮像された画像から所定の高輝度領域を抽出する領域抽出手段と、抽出された高輝度領域における光源の有無を判別する判別手段と、上記判別手段の判別結果の確度を算出する確度算出手段と、上記高輝度領域から光源の色温度を検出する検出手段と、検出された光源の色温度に基づき上記撮像画像のホワイトバランス調整用データを生成するデータ生成手段と、所定の周期で上記ホワイトバランス調整用データを生成するデータ生成制御手段と、上記確度算出手段の算出結果に応じて上記ホワイトバランス調整用データの生成周期を変更する周期変更手段とものである。

【0014】上記構成により、被写体光像は被写体輝度に対して対数圧縮された電気信号に変換されて撮像され、所定の周期でこの撮像画像内の所定の高輝度領域に含まれる光源の色温度に基づきホワイトバランス調整用のデータが生成される。また、上記高輝度領域における光源の有無の判別確度が算出され、この確度に応じてホワイトバランス調整用データの生成周期が変更される。

【0015】例えば光源有りの判別確度が高いときは、被写体の光源の色温度が安定していると推定されるので、ホワイトバランス調整用のデータの更新周期が長く設定され、不必要にホワイトバランス調整を行うことによる色補正のふらつき等の不具合が防止される。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、本発明に係る撮像装置のブロック構成図である。撮像装置1は、被写体からの反射光（被写体光像）を撮像系に導く光学系、上記被写体光像を電気信号に変換して取り込む撮像系、この撮像系で撮像された画像信号の信号処理を行う信号処理系とから構成されている。

【0017】光学系は、被写体光像を撮像系の撮像面に結像するレンズ系2、非撮像時にCCDイメージセンサ6を保護するためのアイリス3及びこのアイリス3の駆動を制御するアイリスドライバ4からなる。アイリスドライバ4は、後述する露出制御演算回路95から入力される露出制御値に基づきアイリス3の開閉を制御する。すなわち、アイリスドライバ4は、CCDイメージセンサ6の撮像動作開始直前にアイリス3を開口させ、所定の露光時間の経過後、アイリス3を閉塞させ、非撮像時はCCDイメージセンサ6への入射光を遮断する。

【0018】撮像系は、入射光をR（赤）、G（緑）、B（青）の3原色の色成分に分解するダイクロイックプリズム5、このダイクロイックプリズム5から出力されるR、G、Bの各色成分の被写体光像を電気信号に光電

変換して取り込む3枚のCCDイメージセンサ6（R）、6（G）、6（B）及びこれらのCCDイメージセンサ6（R）、6（G）、6（B）の駆動を制御するタイミングジェネレータ7からなる。

【0019】なお、本実施の形態では撮像系を3板式CCDイメージセンサで構成しているが、単板式CCDイメージセンサで構成してもよい。

【0020】CCDイメージセンサ6（撮像手段）は、入射光量に対する出力電圧が対数関数となる光電変換特性を有し、各画素は等価的に図3に示す回路で構成されている。

【0021】各画素は、入射光量を対数圧縮された電圧に光電変換して出力する感光部61とこの感光部61からの出力電圧に基づき電荷を蓄積する電荷蓄積部62とからなる。

【0022】感光部61は入射光をその強度に比例した光電流 I_p に光電変換するp-n接合型フォトダイオードPDと上記光電流 I_p を対数圧縮された電圧 V_g に変換するnチャネルMOS型電界効果トランジスタFET（以下、MOSFETという。）とから構成されている。

【0023】上記フォトダイオードPDのアノードは上記MOSFETのドレイン（D）とゲート（G）とに接続され、フォトダイオードPDのカソードには電源電圧 V_{DD} が印加されている。また、上記MOSFETのゲート（G）は電荷蓄積部62の第1電極M1に接続され、MOSFETのソース（S）及びバックゲート（基板）にはそれぞれDC（直流）電圧 V_{SS} とDC電圧 V_{SUB} が印加されている。

【0024】なお、ここで $V_{DD} > V_{SS} > V_{SUB}$ であり、フォトダイオードPDには逆バイアスが印加され、MOSFETのソース（S）及びドレイン（D）とバックゲートにも逆バイアスが印加されている。

【0025】電荷蓄積部62は、余剰電荷を排出する入力ダイオード621、蓄積電荷電圧を制御する第1電極M1、電荷を蓄積する第2電極M2、蓄積電荷の読出を制御する第3電極M3及び読み出された蓄積電荷の転送を行う第4電極M4以降の複数の電極からなる2相駆動型CCDから構成されている。

【0026】上記入力ダイオード621には電荷蓄積部62の電荷蓄積開始を制御する制御パルス ϕ_D （ローレベルのパルス信号）が入力され、上記第1電極M1にはMOSFETのゲート電圧 V_g が入力されるようになっている。

【0027】また、上記第2電極M2と第3電極M3とにはそれぞれダイナミックレンジのオフセットレベルを調整するDC電圧 V_R と電荷蓄積部62の電荷蓄積終了を制御するシフトパルス ϕ_S （ハイレベルのパルス信号）とが印加され、上記第4電極M4以降の偶数番目の電極 $M(2i+2)$ （ $i=1, 2, \dots$ ）と奇数番目の電極 $M(2$

i+3) (i=1, 2, ...) とにはそれぞれ蓄積電荷を読出しを制御する第1転送パルスφ1と第2転送パルスφ2とが印加されるようになっている。なお、上記第1パルスφ1及び第2転送パルスφ2は互いに位相がπだけずれたパルス列信号である。

【0028】ここで、感光部61と電荷蓄積部62の各動作について説明する。閾値電圧 V_T が $(V_G - V_S) \leq$

$$I_{DS} = \left(\frac{W}{L}\right) \cdot \left(\frac{C_O}{m}\right) \cdot \mu_n K^2 \cdot \exp\{(V_G - V_S - V_T)/K - 1\} \\ \times [1 - \exp\{-m(V_D - V_S)/K\}] \quad \dots \textcircled{1}$$

但し、

W: MOSFETのチャンネル幅

L: MOSFETのチャンネル長

μ_n : 電子移動度

q: 電子電荷量

k: ボルツマン定数

T: 絶対温度

C_O : ゲート絶縁膜容量

C_d : 空乏層容量

N_{fs} : 表面準位密度

V_S : ソース電圧

V_G : ゲート電圧

V_T : 閾値電圧

V_D : ドレイン電圧

$m = (C_O + C_d)/C_O$

$n = (C_O + C_d + C_{fs})/C_O$

$C_{fs} = q \cdot N_{fs}$

$K = nkT/q$

【0030】上記①式において、表面準位密度 $N_{fs}=0$ (すなわち、 $C_{fs}=0$)、 $(K/n) \ll (V_D - V_S)$ とすると、 $n=m$ 、 $1 \ll m(V_D - V_S)/K$ となり、 $\exp\{-m(V_D - V_S)/K\} \approx 0$ となるから、上記①式

$$I_{DS} = I_{DS0} \cdot \exp\{(V_G - V_S - V_T)/K\} \quad \dots \textcircled{2}$$

但し、

$$I_{DS0} = \left(\frac{W}{L}\right) \cdot \mu_n \cdot \left(\frac{C_O}{m}\right) \cdot K^2 \cdot \exp(-1)$$

【0032】上記②式より、閾値電圧 V_T が $(V_G - V_S) \leq V_T + K$ を満足し、かつ、 $(K/n) \ll V_D - V_S = V_G - V_S$ のとき、すなわち、 $(K/n) \ll (V_G - V_S) \leq (V_T + K)$ であれば、MOSFETのドレイン(D)に流れるサブスレッショールド電流 I_{DS} はゲート・ソース間の電位差 $(V_G - V_S)$ の指数関数となることが分かる。

【0033】一方、上記閾値電圧 V_T は下記③式で表され、 $(V_{SS}(=V_S) - V_{SUB})$ により変化するから、D

$V_T + (nkT/q)$ を満足するとき、nチャネルMOS型電界効果トランジスタのドレイン(D)には下記①式に示すサブスレッショールド電流 I_{DS} (sub-threshold current) と呼ばれる微小電流が流れることが知られている。

【0029】

【数1】

は下記②式となる。

【0031】

【数2】

C電圧 V_{SUB} を適切に調整して上記 $(K/n) \ll (V_G - V_S) \leq V_T + K$ の条件を満足するようにMOSFETの動作状態を設定すると、回路構成上、 $I_D = I_P$ であるから、光電流 $I_P = I_{DS0} \cdot \exp\{(V_G - V_{SS} - V_T)/K\}$ となり、MOSFETのゲート(G)には下記数④に示す対数圧縮されたゲート電圧 V_G が出力される。

【0034】

【数3】

$$V_T = \phi_{MS} - q \cdot N_{fs} / C_0 + 2\phi_f + \sqrt{\{2\epsilon_{s1} \cdot \epsilon_0 \cdot q \cdot N_s \cdot (|2\phi_f| + V_{ss} - V_{SUB}) / C_0\}} \quad \dots \textcircled{3}$$

但し、

ϕ_{MS} : ゲート電極とシリコン基板の仕事関数差

ϕ_f : シリコン基板フェルミレベル

ϵ_{s1} : シリコンの比誘電率

ϵ_0 : 真空誘電率

N_s : シリコン基板の不純物濃度

【0035】

【数4】

$$V_G = V_{ss} + V_T + (nkT/q) \cdot \text{Log}_e(I_p/I_{D50}) \quad \dots \textcircled{4}$$

【0036】従って、感光部61に光が入射すると、その光の強度に比例した光電流 I_p がフォトダイオードPDのカソードからアノードに流れ、MOSFETのドレイン(D)とゲート(G)とに供給される。そして、この光電流 I_p は対数圧縮された電圧に変換されてMOSFETのゲート(G)から出力される。すなわち、感光部61においては、入射光が入射光量に対して対数圧縮された電圧に光電変換されて出力される。

【0037】一方、電荷蓄積部62においては、各電極M1、M2、…の直下にポテンシャルの井戸が形成され、上記第2電極M2直下のポテンシャルの井戸に上記MOSFETのゲート電圧 V_G に対応した電荷量が蓄積されるようになっている。

【0038】ポテンシャルの井戸の深さは対応する電極への印加電圧が高くなる程、深くなり、電荷に対するポテンシャルレベルは低くなるようになっている。従って、上記DC電圧 V_R を高くするほど、上記第2電極M2直下のポテンシャルの井戸の深さが深くなり、この井戸への電荷蓄積容量は大きくなる。

【0039】上記第2電極M2直下のポテンシャルの井戸への電荷の蓄積は、最初、上記DC電圧 V_R により決定される最大蓄積量 C_{MAX} (CCDのダイナミックレンジに相当する電荷量)の電荷を上記井戸に注入しておき、この後、所定の露光時間だけ上記MOSFETのゲート電圧 V_G に基づき上記井戸の上限レベルを低下させて入射光量に対応する量 C_{Log} (露光量に相当する電荷量)の電荷を上記入力ダイオード621に排出することにより行われる。

【0040】従って、露出制御終了時には、上記ポテンシャルの井戸に最大蓄積量 C_{MAX} からゲート電圧 V_G に比例した量 C_{Log} (入射光量に対して対数圧縮された電荷量)を除いた量 $C_{INT}(=C_{MAX}-C_{Log})$ の電荷が蓄積される。なお、この電荷量 C_{INT} は、電荷蓄積部62のダイナミックレンジ(感度範囲)から被写体の輝度を差

し引いた輝度値であるから、被写体輝度を白黒反転したネガ信号となっている。

【0041】上記第2電極M2直下のポテンシャルの井戸に蓄積された電荷は、上記露光時間が経過した時にシフトパルス ϕ_S を入力し、第3電極M3直下のポテンシャルレベルを第2電極M2直下のポテンシャルレベルより低下させ、この第3電極M3直下を通して第4電極M4直下の転送領域に排出することにより読み出される。

【0042】図4は、電荷蓄積部62の電荷蓄積及び蓄積電荷の転送処理を示すタイムチャートを示し、図5は、図4のタイムチャートの各タイミングにおける電荷蓄積部62のポテンシャルの状態を示す図である。なお、図5において、斜線部は電荷を示している。

【0043】図4において、時刻 t_1 は露光開始タイミングであり、時刻 t_4 は露光終了タイミングである。 $t=t_1$ で制御パルス ϕ_P がローレベルに立ち下ると、入力ダイオード621側から第1電極M1の下を通して第2電極M2直下のポテンシャルの井戸W1に電子が注入され(図5(a))、 $t=t_2$ で制御パルス ϕ_P がハイレベルに立ち上がると、上記井戸W1に対して余剰の電子が第1電極M1の下を通して入力ダイオード621に排出され、これと同時に電荷蓄積(露光動作)が開始される(図5(b))。

【0044】すなわち、制御パルス ϕ_P が入力されると、ポテンシャルの井戸W1に上記最大蓄積量 C_{MAX} の電荷を注入することでCCDのリセットが行われ、露光が開始される。

【0045】露光が開始されると、MOSFETのゲート電圧 V_G は入射光量に対して対数圧縮された特性で上昇し、この電圧上昇に応じて第1電極M1直下のポテンシャルが深くなり、上記ポテンシャルの井戸W1の電荷が第1電極M1の下を通して入力ダイオード621に排出される(図5(c))。

【0046】これにより上記ポテンシャルの井戸W1に

は上記電荷量 C_{INT} ($=C_{MAX}-C_{Log}$) が残留する。上記電荷量 C_{INT} はDC電圧 V_R と上記ゲート電圧 V_G との電位差 V_{RG} ($=V_R-V_G$) の関数となるが、露光時間内に排出される電荷量 C_{Log} は上記ゲート電圧 V_G の対数特性に基づくものであるから、上記電荷量 C_{INT} も対数特性となる。

【0047】そして、 $t=t_4$ でシフトパルス ϕ_S がハイレベルに立ち上がると、第3電極M3直下のポテンシャルの井戸W2のレベルがポテンシャルの井戸W1のレベルより低下し、この井戸W1に残留している蓄積電荷が第3電極M3直下のポテンシャルの井戸W2に転送されて露光は終了し(図5(d))、 $t=t_5$ でシフトパルス ϕ_S がローレベルに立ち下がると、上記ポテンシャルの井戸W2のレベルがポテンシャルの井戸W1のレベルより高くなり、蓄積電荷が第4電極M4以降の電極直下のポテンシャルの井戸(シフトレジスタ)に転送され、この蓄積電荷の信号処理系への読出が可能になる(図5(e))。

【0048】そして、この後、 $t=t_6$ から第1、第2転送パルス ϕ_1 、 ϕ_2 が入力されると、第1、第2転送パルス ϕ_1 、 ϕ_2 に同期して第4電極M4以降の電極M($i+3$) ($i=1, 2, \dots$)が交互に順次、ローレベルに変化され、上記蓄積電荷が第4電極M4以降の電極直下のポテンシャルの井戸に順次、転送されて信号処理系に読み出される(図5(f))。

【0049】上記のようにCCDイメージセンサ6は被写体からの入射光をその光量に対して対数圧縮された電気信号に変換して出力するので、図6に示す光電変換特性を有している。

【0050】同図において、横軸は入射光量であり、縦軸はイメージセンサからの出力電圧である。

【0051】上述したように、通常のCCDイメージセンサはリニアな光電変換特性を有しているので(図14参照)、CCD出力電圧の範囲(ダイナミックレンジ)に対する入射光量の範囲A1が非常に狭く、例えばスキーのゲレンデや晴天の雪景色を背景とする被写体をCCDイメージセンサの露光時間のみを制御して撮影すると、背景の高輝度部分の出力がオーバーフローしてしまい、撮影画像の露度バランスが著しく損なわれることとなる。

【0052】このため、通常のCCDイメージセンサを用いたカメラでは、被写体からの入射光量を制限する絞りを設け、この入射光量と上記露光時間とを調整することによりCCDイメージセンサの光電変換特性の傾きを小さくしてダイナミックレンジを拡張するようにしている。

【0053】一方、本発明に係るCCDイメージセンサ6は、図6に示すように、対数圧縮して出力するノンリニアな光電変換特性を有しているので、CCD出力電圧の範囲(ダイナミックレンジ)Dに対する入射光量の範

図A3が非常に広く、通常のCCDイメージセンサのように絞りや露光時間制御を用いて入射光量を調整する必要はなく、ダイナミックレンジA3について適正露出を得ることができるようになっている。

【0054】また、上述のようにDC電圧 V_R は上記第2電極M2直下のポテンシャルの井戸W1の深さを決定し、DC電圧 V_R によりCCDイメージセンサ6のダイナミックレンジの範囲が変化するようにになっている。これは図6において、DC電圧 V_R によりCCDイメージセンサ6のダイナミックレンジのオフセットレベル V_L を変化することに相当する。

【0055】従って、CCDイメージセンサ6では、上記DC電圧 V_R を調整することにより等価的にダイナミックレンジD'~Dの範囲で適正露出が可能になるので、本撮像装置1では、上記DC電圧 V_R により露出制御を行うようにしている。

【0056】図1に戻り、タイミングジェネレータ7はCCDイメージセンサ6(R)、6(G)、6(B)、相関二重サンプリング回路81の駆動を制御するクロックを生成するとともに、露出制御演算回路95から入力される露出値に基づき上記制御パルス ϕ_D 、シフトパルス ϕ_S 、第1、第2転送パルス ϕ_1 、 ϕ_2 等の各種制御信号を生成する。

【0057】信号処理系は撮像系から出力される画像信号(アナログ信号)に所定の信号処理を施し、デジタル信号に変換するアナログ信号処理回路8とデジタル信号に変換された画像信号(以下、画像データという。)に所定の信号処理を施して出力するデジタル信号処理回路9とから構成されている。

【0058】アナログ信号処理回路8は、上記CCDイメージセンサ6から出力される画像信号のノイズを抑圧する相関二重サンプリング回路81(図中、CDSで示す。以下、CDS回路81という。)、上記画像信号を所定の規定レベルに増幅するプリアンプ82、上記画像信号のホワイトバランスを調整するホワイトバランス回路83(以下、WB回路83という。)及び画像信号をA/D変換するA/Dコンバータ84を備えている。

【0059】WB回路83はR、G、Bの各色成分の画像信号のゲインを調整する3個のWBアンプ(図中、VCAで示す。)を備え、G色の画像信号を所定の基準レベルに設定するとともに、R色及びB色の各画像信号のレベルを色補正演算回路98からD/Aコンバータ99を介して入力されるアンプゲイン制御値 A_{GR} 、 A_{GB} に基づき調整する。

【0060】A/Dコンバータ84は3個のA/Dコンバータ84(R)、84(G)、84(B)を有し、R、G、Bの各色成分の画像信号を構成する画素信号をそれぞれ10ビットの画像データに変換する。この画像データはデジタル信号処理回路9内の γ 補正回路91、Yマトリックス回路94、光源判別回路97及び色補正演算回路9

8に入力される。

【0061】デジタル信号処理回路9は、A/Dコンバータ84から入力される画像データの γ 特性を補正する γ 補正回路91、画像データの輪郭補正を行うエンハンサ92、デジタル信号処理後の画像データをアナログ信号に変換して出力するD/Aコンバータ93、R、G、Bの画像データから輝度データを生成するYマトリックス回路94、このYマトリックス回路94で生成された輝度データから露出制御値(DC電圧VR)、プリアンプ5のゲイン調整値及び γ 補正回路91の γ 補正テーブルを生成する露出制御演算回路95、エンハンサ92の輪郭補正を制御する輪郭補正制御回路96、画像データから光源の色温度を検出するとともに、この検出精度を演算する光源判別回路97、上記アンプゲイン制御値を演算する色補正演算回路98及びこの色補正演算回路98から出力されるアンプゲイン制御値をアナログデータに変換するD/Aコンバータ99を備えている。

【0062】 γ 補正回路91はR、G、Bの各色成分の画像データに対応して3個の γ 補正回路を有している。各 γ 補正回路91(R)、91(G)、91(B)は露出制御演算回路95で作成された階調補正用のルックアップテーブルを用いてR、G、Bの各色成分の画像データを構成する各画素データの γ 変換を行う。なお、このとき、各画素データは10ビットデータから8ビットデータに変換される。

【0063】本実施の形態では、入力部で対数変換されていて入力画像のレンジが広いため、画像入力時には入力画像により主要被写体のレベルを適正值に変換し、更にこの変換後のレベルに対して最適な γ 特性を持たせる必要がある。この出力に対する露出レベル調整と γ 調整とを各 γ 補正回路91(R)、91(G)、91(B)で行っている。

【0064】エンハンサ92もR、G、Bの各色成分の画像データに対して3個のエンハンサを有している。各エンハンサ92(R)、92(G)、92(B)は、輪郭補正制御回路96から入力される輪郭制御信号に基づき画像データの水平方向及び垂直方向に輪郭信号を付加して画像のエッジ部を強調し、解像度を高める。

【0065】D/Aコンバータ93もR、G、Bの各色成分の画像データに対して3個のD/Aコンバータ93(R)、93(G)、93(B)を有し、所定の信号処理後の画像データをアナログ信号に変換して出力する。

【0066】Yマトリックス回路94は、R、G、Bの各色成分の画像データを比視感度に近い所定の割合(例えば、R:G:B=0.33:0.59:0.11)で合成して輝度データを生成する。この輝度データは露出制御演算回路95、光源判別回路97に入力されるとともに、露出制御演算回路95を介して輪郭補正制御回路96に入力される。

【0067】露出制御演算回路95はYマトリックス回路94で生成された輝度データから予め設定されたテ-

ブルを用いてCCDイメージセンサ6のDC電圧VR及びプリアンプ5のゲイン調整値を演算し、DC電圧VRをタイミングジェネレータ7に出力し、ゲイン調整値をプリアンプ5に出力する。

【0068】輪郭補正制御回路96は、輝度データに基づきR、G、Bの各色成分の画像データに対する輪郭強調レベルを設定し、輪郭制御信号としてそれぞれエンハンサ92(R)、92(G)、92(B)に出力する。

【0069】光源判別回路97はR、G、Bの各色成分の画像データから所定レベルの高輝度領域の画像データを抽出し、この画像データから光源の色温度を検出するとともに、ホワイトバランス調整データWBD1(R1/G1、B1/G1)を演算する。なお、上記R1、G1、B1は上記高輝度領域に含まれるR、G、Bの各色成分の画像データの平均レベルである。

【0070】また、光源判別回路97は上記光源の色温度の検出精度を判別し、この判別結果から上記アンプゲイン制御値(AGR、AGB)を生成するための制御信号を生成する。

【0071】なお、上記アンプゲイン制御値(AGR、AGB)は、後述するように高輝度領域の画像データから算出されたホワイトバランス調整データWBD1と上記高輝度領域を除く領域(以下、低輝度領域という。)の画像データから算出されたホワイトバランス調整データWBD2(R2/G2、B2/G2)とを所定の比率 α で加算し、更にこの加算結果の逆数を演算することで生成され、上記制御信号は上記加算比率 α を指示する信号である。なお、上記R2、G2、B2は上記低輝度領域に含まれるR、G、Bの各色成分の画像データの平均レベルである。

【0072】色補正演算回路98は、R、G、Bの各色成分の画像データから上記低輝度領域の画像データを抽出し、この画像データから上記ホワイトバランス調整データWBD2を演算するとともに、光源判別回路97から入力される加算比率 α に基づきこのホワイトバランス調整データWBD2と上記ホワイトバランス調整データWBD1とを加算し、更にこの加算結果の逆数を演算してアンプゲイン制御値(AGR、AGB)を算出する。このアンプゲイン制御値(AGR、AGB)はD/Aコンバータによりアナログ信号に変換された後、WB回路83のWBアンプ83(R)、83(B)に入力される。

【0073】図2は、光源判別回路及び色補正演算回路の回路構成図である。光源判別回路97は、ローライト(low light)クリップ回路(領域抽出手段)971、ハイライト部面積演算回路972、重み付け回路973、積分回路974、色補正ゲイン演算回路975、色度データ変換回路(検出手段)976及び光源判別精度演算回路(判別手段、精度算出手段及びデータ生成制御手段)977からなる。

【0074】一方、色補正演算回路98は、ハイライト

(highlight) クリップ回路981、重み付け回路982、積分回路983、色補正ゲイン演算回路984、カラーフェリアクリップ回路985、MIX回路986（データ生成手段）及びカウンタ（周期変更手段）987からなる。

【0075】タイミングジェネレータ7から出力されるDC電圧 V_R 及びR、G、Bの各色成分の画像データは、上記ローライトクリップ回路971とハイライトクリップ回路981とに入力される。

【0076】上記ローライトクリップ回路971は、所定のクリップレベルで画像データの低輝度部をクリップし、高輝度部の画像データのみを取り出す回路である。上記クリップレベルはCCDイメージセンサ6のDC電圧 V_R 、すなわち、ダイナミックレンジのオフセットレベルに応じて可変設定され、これにより画像データに含まれる光源の色温度を示す領域（光源の光が直接入射された領域）又は光源の色温度を反映している領域（光源からの光が正反射して入射された領域）を絶対値として正確に抽出できるようになっている。

【0077】例えば撮影画像が、図7に示す晴天又は曇天の屋外撮影シーンでは、空を示す領域（斜線で示す領域）S1が光源の色温度を反映しているので、この領域S1がハイライト部として抽出される。

【0078】また、図8に示す逆光シーンでは、太陽を示す領域S2（点線斜線で示す領域）が光源の色温度を示し、白い雪を示す領域S3及びパラソルの白色部分を示す領域S4（斜線で示す領域）が光源の色温度を反映しているので、これらの領域S2～S4がハイライト部として抽出される。

【0079】また、図9に示す夜景シーンでは、月を示す領域S5（斜線で示す領域）及びビルの灯を示す領域S6（点線斜線で示す領域）が光源の色温度を示しているので、これらの領域S5、S6がハイライト部として抽出され、図10に示す電飾逆光シーンでは、照明を示す領域S7（点線斜線で示す領域）が光源の色温度を示しているので、この領域S7がハイライト部として抽出される。

【0080】ローライトクリップ回路971で抽出されたハイライト部のR色、B色の各画像データは重み付け回路973に入力され、G色の画像データはハイライト部面積演算回路982及び重み付け回路973に入力される。

【0081】ハイライト部面積演算回路972はローライトクリップ回路971で抽出されたハイライト部の撮像画面内における総面積を演算する回路である。ハイライト部面積演算回路972は、例えばハイライト部を構成する画素数からその総面積を演算し、この演算結果を光源判別精度演算回路976に出力する。

【0082】上記重み付け回路973は、ローライトクリップ回路971で抽出されたハイライト部の画像デー

タに所定の係数を乗じてレベルの重み付けを行う回路である。また、上記積分回路974は、例えばCR積分回路からなり、上記ハイライト部の画像データを所定の周期Tで所定時間 τ だけ積分し、そのハイライト部のレベルを平均化する回路である。

【0083】上記積分回路978の積分開始タイミングと上記積分時間 τ とは、後述するカウンタ987により制御される。上記積分時間 τ は予め適宜の時間が設定されており、上記積分開始タイミングはハイライト部の画像データから検出された光源の色温度の信頼度に応じて決定されるようになっている。

【0084】積分回路974はカウンタ987から入力される積分開始タイミングでハイライト部の画像データのレベルの積分（平均化）を開始し、所定の積分時間 τ だけ積分を行うと、この積分結果を次の積分開始タイミングまでホールドする。これによりハイライト部のR、G、Bの各色成分の平均レベル R_1 、 G_1 、 B_1 は上記所定の周期Tで更新される。

【0085】積分回路974から出力されるR、Bの各色成分の画像データの平均レベル R_1 、 B_1 は色補正ゲイン演算回路975と色度データ変換回路976とに入力され、Gの成分の画像データの平均レベル G_1 は色補正ゲイン演算回路975、色度データ変換回路976及び光源判別精度演算回路977に入力される。

【0086】なお、上記ローライトクリップ回路971、重み付け回路973及び積分回路974では、R、G、Bの各色成分の画像データについてそれぞれ信号処理が行われる。

【0087】上記色補正ゲイン演算回路985は、上記R、G、Bの各色成分の画像データの平均レベル R_1 、 G_1 、 B_1 からホワイトバランス調整データWBD1（ R_1/G_1 、 B_1/G_1 ）を演算するものである。この演算結果はMIX回路986に入力される。

【0088】上記色度データ変換回路976は上記R、G、Bの各色成分の画像データの平均レベル R_1 、 G_1 、 B_1 をCIE（国際照明委員会） x - y 色度図における色度データ（ x 座標値、 y 座標値）に変換するものである。この色度データ（ x 、 y ）への変換はハイライト部に光源が含まれていると判断した場合、その判断の精度（信頼性）を算出するためのものである。

【0089】すなわち、CIE x - y 色度図によれば、図11に示すように、黒体の温度変化による色温度軌跡A（以下、黒体軌跡Aという。）が示され、タングステン白色電球（図中、a点）、太陽光（図中、b点）、星光（図中、o点）等の各種光源の色温度を知ることができるから、上記色度データ（ x 、 y ）と上記黒体軌跡Aとを比較することによりハイライト部に光源が含まれているか否かを推定することができる。

【0090】色度データ（ x 、 y ）が黒体軌跡A上若しくはその近傍に位置していれば、ハイライト部が光源の

色温度を示していると判断してもその判断の確度は略100%信頼し得るものであるが、色度データ(x, y)が黒体軌跡Aから離れてくると、ハイライト部が光源の色温度を含んでいるとの判断の信頼性は低下してくる。

【0091】そこで、本実施の形態においては、色度データ(x, y)からハイライト部が光源の色温度を含んでいるとの判断をした場合の確度を予め経験的に求めておき、上記色度データ変換回路976で変換された色度データ(x, y)からハイライト部に光源が含まれていると判断した場合の確度を算出するようにしている。

【0092】図11において、x-y色度図の中央部(白色領域)に設けられた3個の楕円で囲まれた領域Q1、Q2、Q3は上記確度を示す領域である。領域Q1は黒体軌跡Aを含む近傍領域で、ハイライト部に光源が含まれているとの判断の確度が略100%の高確度領域である。また、その外側の領域Q2は上記判断の確度が中位の中確度領域、更に外側の領域Q3は上記判断の確度が低い低確度領域である。

【0093】また、各領域Q1、Q2、Q3に設定された $\alpha 1$ は、上述の加算比率 α を算出するために用いられる光源判別確度係数である。なお、上記領域Q3の外側の領域は上記判断の確度が略0%となる領域で、光源判別確度係数 $\alpha 1$ は「0」である。

【0094】上記色度データ(x, y)は、R、G、Bの各色成分の画像データの平均レベル(R1、G1、B1)をXYZ表色系の3刺激値(X, Y, Z)に変換し、この3刺激値に所定の演算($x = X / (X + Y + Z)$, $y = Y / (X + Y + Z)$)を施して算出される。そして、この算出結果はG色の画像データの平均レベルG1とはともに、上記光源判別確度演算回路977とMIX回路986とに入力される。

【0095】上記光源判別確度演算回路977は上記色度データ(x, y)から上記光源判別確度係数 $\alpha 1$ を算出するとともに、ハイライト部の輝度レベル(G色の画像データの平均レベルG1)から予め設定されたテーブルに基づき後述する加算係数 $\alpha 2$ を算出し、これら光源判別確度係数 $\alpha 1$ 、加算係数 $\alpha 2$ 及びハイライト部面積演算回路972から入力されるハイライト部の総面積データから予め設定されたテーブルに基づいて上記加算比率 α を演算するものである。

【0096】図12は、加算係数 $\alpha 2$ の算出テーブルの一例を示す図である。同図において、横軸はハイライト部の輝度レベル(すなわち、ハイライト部のG色の画像データの平均レベルG1)であり、縦軸は加算係数 $\alpha 2$ である。横軸の「max」は、CCDイメージセンサ6のダイナミックレンジの上限値(図6、ダイナミックレンジの上限値参照)に相当し、ローライトクリップレベルは、CCDイメージセンサ6のDC電圧 V_R に基づきローライトクリップ回路971に設定されるレベルである。

【0097】同図に示すテーブルは、CCDイメージセンサ6の光電変換特性(図6参照)に基づきハイライト部の輝度レベル(G1)が所定のハイレベル閾値 G_H 以上であれば、ハイライト部にはほぼ確実に光源が含まれていると推定して加算係数 $\alpha 2$ を「1」に設定し、ハイライト部の輝度レベルが上記ハイレベル閾値 G_H より小さいときは、ハイライト部に光源が含まれるとの判断の信頼性は十分でないので、実験等で得られた所定の線図によりハイライト部の輝度レベルに応じて所定の加算係数 $\alpha 2$ を設定するようにしている。

【0098】また、図13は、ハイライト部の色温度の判別結果に基づくWB制御の一例を示す図である。

【0099】上記加算比率 α を算出するためのテーブルは、図13に示すWB制御に基づいて予め設定されており、加算比率 α は同図の各ケースに応じて「加算比率」の欄に示すように設定される。

【0100】同図において、「ハイライト部面積」はローライトクリップ回路971により抽出されるハイライト部の総面積で、ハイライト部面積演算回路972の出力内容である。

【0101】「黒体軌跡判別」は色度データ(x, y)によるハイライト部の光源判別で、「黒体軌跡」はハイライト部に光源が含まれる可能性がある(図11において、色度データ(x, y)が領域Q1~Q3にある)ことを示し、「黒体軌跡外」は、ハイライト部に光源が含まれる可能性がない(図11において、色度データ(x, y)が領域Q3の外側にある)ことを示している。

【0102】また、「ハイライト輝度レベル」はハイライト部のG色の画像データの平均レベルG1で、実質的にハイライト部の輝度レベルを示し、「想定シーン」は上記「ハイライト部面積」、「黒体軌跡判別」及び「ハイライト輝度レベル」の判別結果の組み合わせから想定される被写体の撮影シーンを示している。

【0103】そして、「WB制御内容」はホワイトバランスの定性的な調整内容を示し、「加算比率」はMIX回路986における加算制御の内容を示し、「光源」は高輝度領域の画像データから算出されたホワイトバランス調整データWBD1($R1/G1$, $B1/G1$)の加算比率($\alpha \times 100$ [%])、「通常」は低輝度領域の画像データから算出されたホワイトバランス調整データWBD2($R2/G2$, $B2/G2$)の加算比率($(1 - \alpha) \times 100$ [%])を示している。

【0104】同図の(1)~(3)は抽出されたハイライト部の面積が大きく、このハイライト部に光源の色温度が含まれていると推定されるケースである。

【0105】ケース(1)は、ハイライト部の輝度レベルが高く、ハイライト部に光源が存在すると推定されるケースで、例えば図8に示す逆光シーンである。また、ケース(2)は、ハイライト部の輝度レベルが中位で、

ハイライト部に光源からの反射光が存在すると推定されるケースで、例えば図 7 に示すような順光シーンである。

【0106】ケース (1)、(2) では、ハイライト部の G 色の平均レベル G_1 はハイレベル閾値 G_H を越え、ハイライト部から正確な色温度情報が得られるから、加算係数 α は「1」に設定される。すなわち、アンプゲイン制御値 (A_{GR} , A_{GB}) はホワイトバランス調整データ WBD_1 (R_1/G_1 , B_1/G_1) に基づき生成される。

【0107】ケース (3) はハイライト部の輝度が低く、ハイライト部に光源の色温度を反映する物はないが白い反射物が存在すると推定されるケースである。ケース (3) では、ハイライト部の G 色の平均レベル G_1 はハイレベル閾値 G_H より低くなるので、加算係数 α_2 は所定の線図から平均レベル G_1 に応じて設定される。

【0108】従って、ケース (3) では、色度データ (x , y) から算出された光源判別確度係数 α_1 とハイライト部の G 色の平均レベル G_1 から算出された加算係数 α_2 の平均値により加算比率 α ($= (\alpha_1 + \alpha_2) / 2$) が設定され、アンプゲイン制御値 (A_{GR} , A_{GB}) は高輝度領域から得られるホワイトバランス調整データ WBD_1 (R_1/G_1 , B_1/G_1) と低輝度領域から得られるホワイトバランス調整データ WBD_2 (R_2/G_2 , B_2/G_2) とを上記加算比率 α で加算した値に基づき生成される。

【0109】また、同図のケース (4)、(5) は抽出されたハイライト部の面積が小さく、画面内に点光源が含まれていると推定されるケースである。この場合は、ハイライト部から光源の色温度情報が得られても、点光源のため、被写体に与える影響は少ないので、ハイライト部の光源の色温度情報は考慮しないようにしている。

【0110】従って、ケース (4)、(5) では、加算比率 α は「0」に設定され、アンプゲイン制御値 (A_{GR} , A_{GB}) は、低輝度領域から得られるホワイトバランス調整データ WBD_2 (R_2/G_2 , B_2/G_2) に基づき生成される。

【0111】また、同図のケース (6)、(7) はハイライト部が大きく、その部分の輝度レベルも中位以上であるが、ハイライト部の輝度レベルは白色光源を反映したものではないと判断されるケースで、撮影シーンが、例えばカラー電球を光源とする場合や夕焼け等のカラーフェリアシーンと推定される場合である。

【0112】ケース (6)、(7) ではハイライト部の光源の色温度を考慮すると、却って WB 調整を悪化させる可能性があるので、加算比率 α はケース (4)、

(5) と同様に「0」に設定され、アンプゲイン制御値 (A_{GR} , A_{GB}) は、低輝度領域から得られるホワイトバランス調整データ WBD_2 (R_2/G_2 , B_2/G_2) に基づき生成される。

【0113】なお、低輝度領域の画像データから生成されるホワイトバランス調整データ WBD_2 は、後述するようにカラーフェリアクリップ回路 985 によりカラーフェリアを抑制するように補正されるので、撮影シーンがカラーフェリアシーンの場合 (ケース (7)) は、WB 調整で同時にカラーフェリア補正も行われる。

【0114】また、同図のケース (8) はハイライト部が抽出されないケースで、この場合は被写体から光源の色温度情報が得られないので、上記ケース (8) と同様の WB 制御が行われる。

【0115】図 2 に戻り、上記ハイライトクリップ回路 981 は、画像データのハイライト部をクリップし、低輝度領域の画像データを抽出する回路である。クリップレベルには上記ローライトクリップ回路 981 と同一のレベルが設定される。このハイライトクリップ回路 981 では、例えば図 7 ~ 図 10 の撮影シーンの例では、領域 S_1 ~ 領域 S_7 を除く領域が低輝度領域として抽出される。

【0116】上記重み付け回路 983 及び積分回路 984 はそれぞれ光源判別回路 97 内の重み付け回路 971 と積分回路 972 とに対応し、低輝度領域における R 、 G 、 B の各色成分の画像データの平均レベル R_2 、 G_2 、 B_2 を算出するものである。

【0117】なお、上記積分回路 984 の積分開始タイミング及び積分定数 τ もカウンタ 987 により制御され、低輝度領域における R 、 G 、 B の各色成分の画像データの平均レベル R_2 、 G_2 、 B_2 も上記所定の周期 T で更新される。

【0118】色補正ゲイン演算回路 984 は上記色補正ゲイン演算回路 975 に対応し、低輝度領域の R 、 G 、 B の各色成分の画像データの平均レベル R_2 、 G_2 、 B_2 からホワイトバランス調整データ WBD_1 (R_1/G_1 , B_1/G_1) を演算するものである。この演算結果はカラーフェリアクリップ回路 985 に入力される。

【0119】カラーフェリアクリップ回路 985 は、WB 調整の過補正によるカラーフェリアを抑制するもので、上記ホワイトバランス調整データ WBD_2 (R_2/G_2 , B_2/G_2) が所定のハイレベルを越えるとき、このハイレベルでクリップして MIX 回路 986 に出力するものである。

【0120】 MIX 回路 986 は、上記色補正ゲイン演算回路 975 から入力されるホワイトバランス調整データ WBD_1 (R_1/G_1 , B_1/G_1) とカラーフェリアクリップ回路 985 から入力されるホワイトバランス調整データ WBD_2 (R_2/G_2 , B_2/G_2) とを、上記光源判別確度演算回路 977 から入力される加算比率 α で加算し、この加算結果の逆数を演算してアンプゲイン制御値 (A_{GR} , A_{GB}) を生成するものである。

【0121】なお、アンプゲイン制御値 (A_{GR} , A_{GB}) は、下記⑤、⑥式で算出される。

【0122】

【数5】

$$\frac{R}{G} = \alpha \frac{R1}{G1} + (1-\alpha) \frac{R2}{G2}$$

$$\frac{B}{G} = \alpha \frac{B1}{G1} + (1-\alpha) \frac{B2}{G2}$$

$$\alpha = \frac{\alpha 1 + \alpha 2}{2}$$

$$AG_R = \frac{1}{\frac{R}{G}} \quad \text{---(5)}$$

$$AG_B = \frac{1}{\frac{B}{G}} \quad \text{---(5)}$$

【0123】上記カウンタ987は積分回路974、983の積分時間を制御するとともに、上記光源判別精度演算回路987から入力される光源判別精度係数 α 1に基づき積分回路974、983の積分開始タイミングを制御するものである。カウンタ987は所定時間 τ だけ積分回路974、983を動作させると、この積分結果を所定時間 T_{HLD} だけホールドさせ、この積分動作とホールド動作を交互に繰り返すことによりアンプゲイン制御値(AG_R 、 AG_B)を周期 $T(=T_{HLD}+\tau)$ で更新させる。なお、通常時は $T_{HLD}=0$ 、 $T=\tau$ に設定される。

【0124】上記積分時間 τ は、被写体画面上について画像データの平均化が行われるように、数秒程度の適宜の時間が設定されている。少なくとも1画面分について画像データの平均レベルが算出できれば、上記アンプゲイン制御値の演算は可能であるが、例えば動体を撮影する場合や同一被写体に対してパンニングやズームングにより画角を変化させて撮影する場合、フレーム画像の変化に応じてアンプゲイン制御値を演算し、WB調整を行うと、上記アンプゲイン制御値が変化し、色バランスのふらつきが生じるおそれがあるため、かかる不具合を防止するため、上記積分時間 τ は、上記のように比較的長く設定されている。

【0125】また、上記積分結果のホールド時間 T_{HLD} は、上記光源判別精度係数 α 1が大きくなるのに応じて長くなるように変更設定されるようになっている。上記動体撮影やパンニング又はズームングによる撮影において、光源が安定しているのであれば、撮影画面が変化しても光源の色温度は略一定であるから、上記WB調整周期は上記積分時間 τ よりも長い、より好適な周期で行うことが望ましい。

【0126】本実施の形態では、撮影画像から光源の色温度を検出するとともに、その検出精度を演算するようにしているので、この演算結果に応じて上記積分結果のホールド時間 T_{HLD} を変化させ、上記WB調整周期 T をより細かく調整するようにしている。

【0127】すなわち、光源判別精度係数 α 1が大きいときは、撮影画面内から検出される光源の色温度の精度が高く、被写体の光源が安定している推定されるから、上記積分結果のホールド時間 T_{HLD} を長くしてアンプゲイン制御値(AG_R 、 AG_B)の更新周期($T_{HLD}+\tau$)を長くするようにしている。

【0128】次に、上記撮像装置1の撮像動作について、図7の撮影シーンを撮影する場合を例に簡単に説明する。レンズ系2を通して入射された被写体光像はダイクロイックプリズム5によりR、G、Bの各色成分の光像に分離され、それぞれCCDイメージセンサ6(R)、6(G)、6(B)の撮像面に結像される。

【0129】CCDイメージセンサ6(R)、6(G)、6(B)にタイミングジェネレータ7から制御パルス ϕ_D が入力されると、露光が開始され、露出制御演算回路95により設定された所定の露光時間 T_v が経過すると、タイミングジェネレータ7から上記CCDイメージセンサ6(R)、6(G)、6(B)にシフトパルス ϕ_S が入力されて露光が停止される。

【0130】CCDイメージセンサ6(R)、6(G)、6(B)の電荷蓄積部62には上記露光時間 T_v 内に入射光量に対して対数圧縮された電荷量が蓄積され、この蓄積電荷からなる画像信号はタイミングジェネレータ7から入力された第1、第2転送パルス ϕ_1 、 ϕ_2 に同期してCDS回路81に出力される。R、G、Bの各色成分の画像信号はそれぞれ、CDS回路81によりノイズが抑圧された後、プリアンプ82により所定の規定レベルに増幅され、更に色補正演算回路98からD/Aコンバータ99を介して入力されたアンプゲイン制御値(AG_R 、 AG_B)に基づいてWB回路83によりホワイトバランスが調整される。

【0131】ホワイトバランスが調整されたR、G、Bの各色成分の画像信号は、A/Dコンバータ91によりデジタルの画像データに変換され、露出制御演算回路95から入力された γ 補正データと輪郭補正制御回路96から入力された輪郭補正データとに基づき γ 補正回路91及びエンハンサ92で γ 補正と輪郭補正とが行われた後、D/Aコンバータ93により再度、アナログの画像信号に変換され、図略の後段の回路に出力される。

【0132】なお、上記R、G、Bの各色成分の画像データはYマトリックス回路94にも入力され、このYマトリックス回路94で生成された輝度データから露出制御演算回路95でDC電圧 V_R 、 γ 補正データが演算されるとともに、輪郭補正制御回路96で輪郭補正データが生成される。

【0133】また、上記R、G、Bの各色成分の画像データは光源判別回路97に入力され、この光源判別回路97により高精度領域(空の領域S1)が抽出され、この空の領域S1を相成するR、G、Bの各色成分の画像データからホワイトバランス調整データWBD1(R1

／G1、B1／G1)が演算される。また、空の領域S1の総面積、平均輝度レベル及び色度データによる光源の色温度が算出され、この3要素から空の領域S1の光源の色温度を推定し、この推定の確度(光源判別確度係数 $\alpha 1$ 、加算係数 $\alpha 2$)に基づき加算比率 α が設定される。

【0134】また、上記R、G、Bの各色成分の画像データは色補正演算回路98に入力され、この色補正演算回路98により低輝度領域(空の領域S1以外の領域)が抽出され、この低輝度領域を構成するR、G、Bの各色成分の画像データからホワイトバランス調整データWBD2(R2／G2、B2／G2)が演算される。

【0135】そして、上記加算比率 α に基づき上記ホワイトバランス調整データWBD1(R1／G1、B1／G1)とホワイトバランス調整データWBD2(R2／G2、B2／G2)とを加算し、この加算結果の逆数を演算して上記アンプゲイン制御値(AGR、AGB)が生成される。

【0136】このアンプゲイン制御値(AGR、AGB)はD／Aコンバータ99によりアナログ信号に変換された後、上記WB回路83にフィードバックされる。

【0137】なお、起動時の最初の撮像動作においては、DC電圧VR、露光時間Tv及びアンプゲイン制御値(AGR、AGB)は予め設定された初期値に設定されて撮像及び画像信号の信号処理が行われるが、その後は露出制御演算回路95並びに光源判別回路97及び色補正演算回路98により設定されたDC電圧VR及びアンプゲイン制御値(AGR、AGB)が所定のタイミング若しくは所定期間で更新的に設定される。

【0138】上記のように、本実施の形態によれば、対数型の光電変換特性を有するCCDイメージセンサ6を用いてオーバーフローすることなく高輝度領域の画像信号を取り込み、この高輝度領域の画像信号から被写体の光源の色温度を推定するとともに、その推定の確度を演算し、この確度に基づき上記光源の色温度を加味してホワイトバランス調整用のアンプゲイン制御値(AGR、AGB)を設定するようにしているので、ホワイトバランス調整を高い精度で行うことができる。

【0139】特に高輝度領域の面積、平均輝度レベル及び色度データの3要素から高輝度領域の光源の色温度の推定確度を設定するようにしているので、種々の撮影シーンにおける光源の色温度の推定が比較的高い確度で行え、撮影シーンに応じた好適なホワイトバランス調整を行うことができる。

【0140】また、上記推定確度が高い程、積分975、983の積分結果のホールド時間THLDが長くなるように変更し、被写体の光源が安定しているときは、ホワイトバランス調整の更新周期を長くするようにしているので、不必要なホワイトバランス調整による不快な色バランスのふらつき等を防止することができる。

【0141】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、対数特性を備えた複数の光電変換素子からなる撮像手段により被写体を撮像し、所定の周期で撮像画像内の所定の高輝度領域に含まれる光源の色温度に基づきホワイトバランス調整用データを生成するとともに、光源の色温度の判別確度に応じてホワイトバランス調整用データの生成周期を変更するようにしたので、同一光源下で画面構成を変化させた場合にも画面構成の変化に応じて発生する不快な色バランスのふらつきを防止することができる。

【0142】例えばパンニングやズームングにより同一光源下で画面構成を変化させた場合、ホワイトバランス調整周期を長くし、画面構成の変化に拘らずホワイトバランス調整用データを一定にすることにより色バランスのふらつきを抑制することができ、安定した色補正制御が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る撮像装置のブロック構成図である。

【図2】光源判別回路及び色補正演算回路の回路構成図である。

【図3】イメージセンサの各画素の等価回路図である。

【図4】イメージセンサの駆動制御のタイムチャートである。

【図5】露光時の各タイミングにおける電荷蓄積部のポテンシャルの状態を示すもので、(a)～(f)はそれぞれ図4のタイムチャートの時刻t1～t6の各タイミングにおけるポテンシャルの状態を示す図である。

【図6】イメージセンサの光電変換特性を示す図である。

【図7】晴天又は曇天の撮影シーンにおける高輝度領域の一例を示す図である。

【図8】逆光シーンにおける高輝度領域の一例を示す図である。

【図9】夜景シーンにおける高輝度領域の一例を示す図である。

【図10】電飾逆光シーンにおける高輝度領域の一例を示す図である。

【図11】CIE色度図から高輝度領域の色温度の検出確度を判別する方法を説明するための図である。

【図12】加算係数 $\alpha 2$ の算出テーブルを示す図である。

【図13】ハイライト部の色温度の判別結果に基づくWB制御の一例を示す図である。

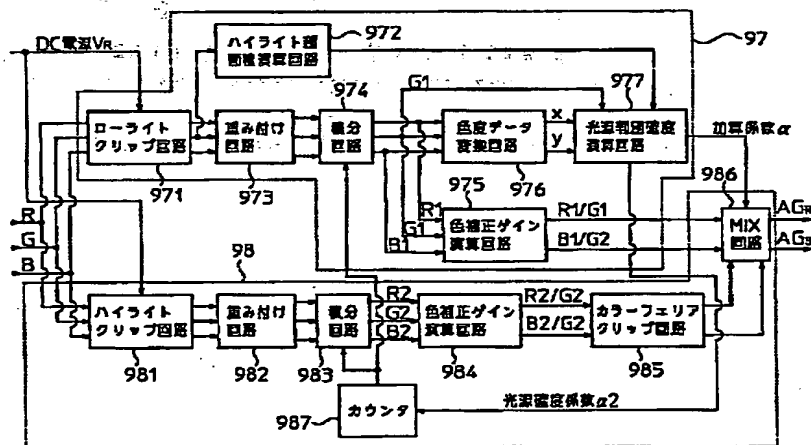
【図14】従来のCCDイメージセンサの光電変換特性を示す図である。

【符号の説明】

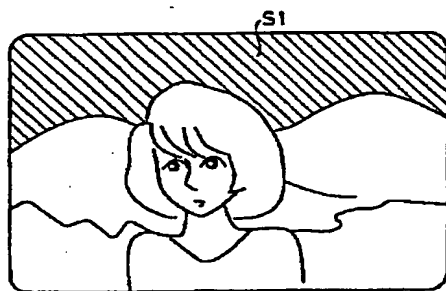
- 1 撮像装置
- 2 レンズ系

- | | |
|------------------|-------------------|
| 3 アイリス | 96 輪郭補正制御回路 |
| 4 アイリスドライバ | 97 光源情報検出回路 |
| 5 ダイクロイックプリズム | 971 ローライトクリップ回路 |
| 6 CCDイメージセンサ | 972 ハイライト部面積演算回路 |
| 61 感光部 | 973 重み付け回路 |
| 62 電荷蓄積部 | 974 積分回路 |
| 7 タイミングジェネレータ | 975 色補正ゲイン演算回路 |
| 8 アナログ信号処理回路 | 976 光源色温度演算回路 |
| 81 相関二重サンプリング回路 | 977 光源判別精度演算回路 |
| 82 プリアンプ | 98 色補正演算回路 |
| 83 ホワイトバランス回路 | 981 ハイライトクリップ回路 |
| 84 A/Dコンバータ | 982 重み付け回路 |
| 9 デジタル信号処理回路 | 983 積分回路 |
| 91 γ 補正回路 | 984 色補正ゲイン演算回路 |
| 92 エンハンサ | 985 カラーフェリアクリップ回路 |
| 93 D/Aコンバータ | 986 MIX回路 |
| 94 Yマトリックス回路 | 987 カウンタ |
| 95 露出制御演算回路 | 99 D/Aコンバータ |

【図2】

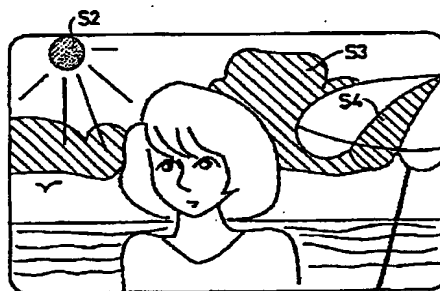


【図7】



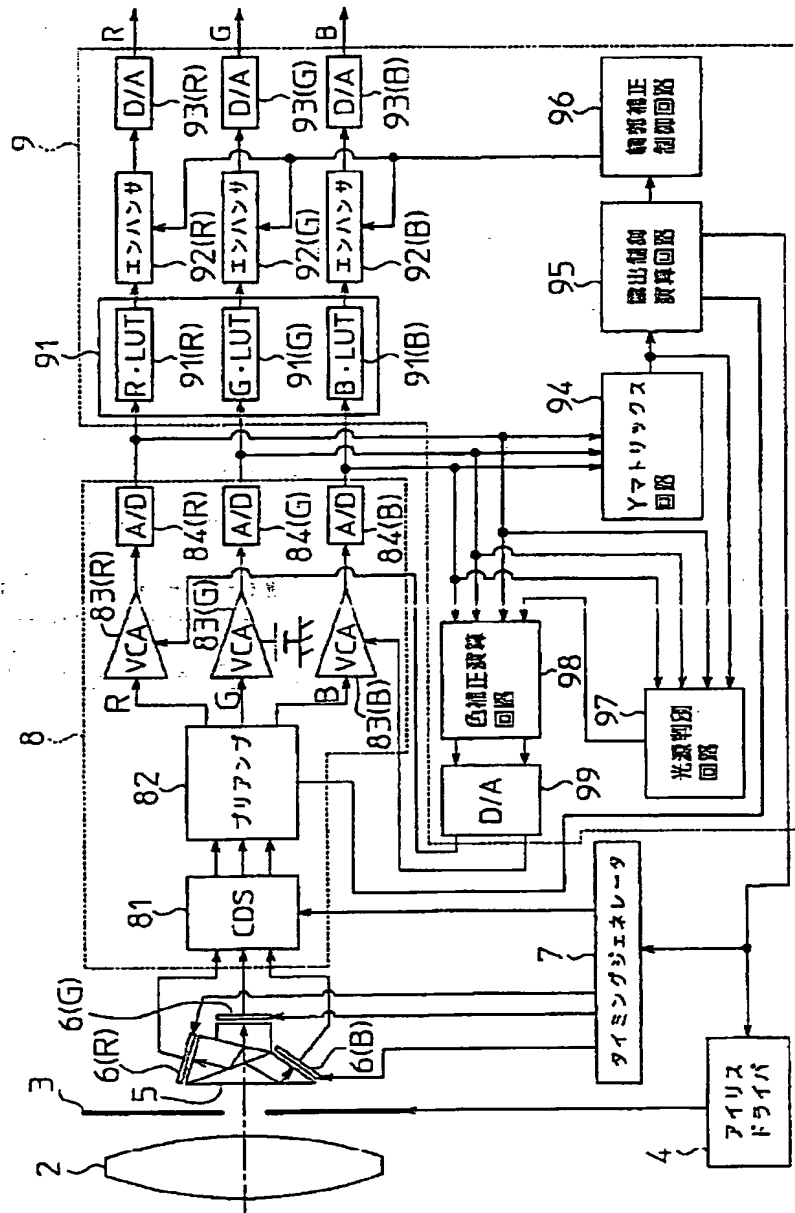
撮影シーン（屋外 晴天・曇天）

【図8】

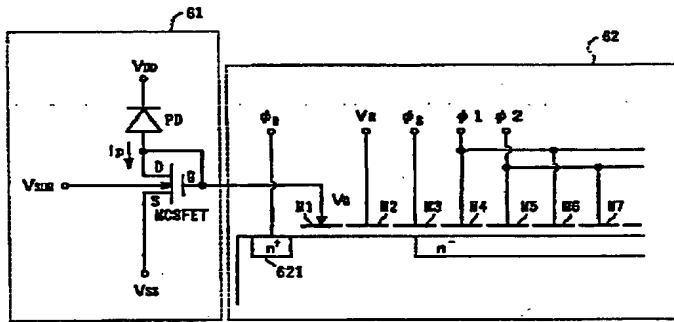


撮影シーン（逆光シーン）

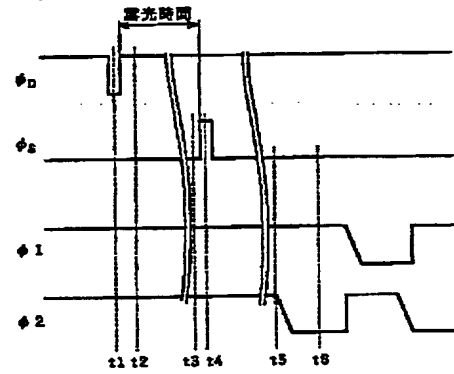
【図1】



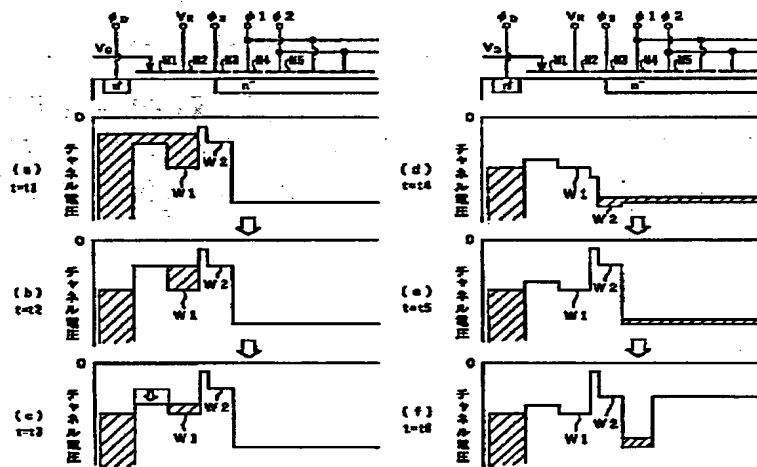
【図3】



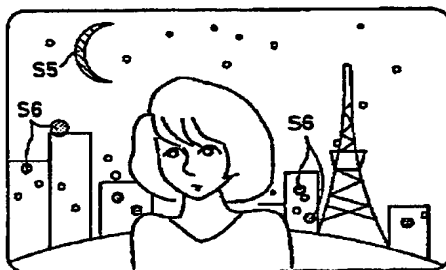
【図4】



【図5】



【図9】



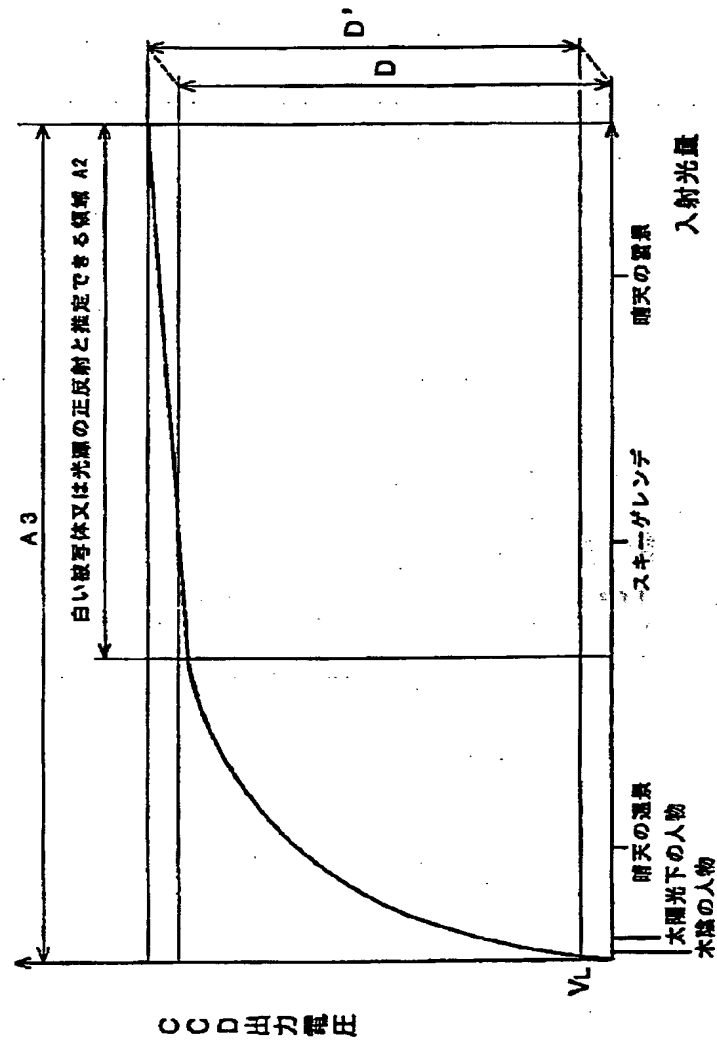
撮影シーン（夜景）

【図10】

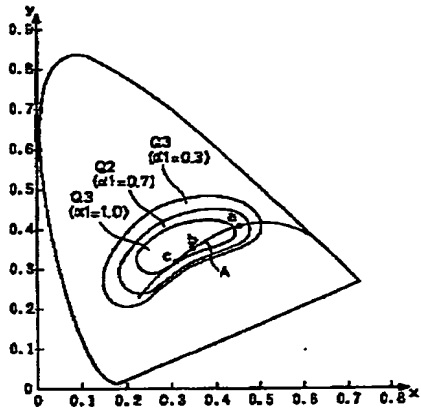


撮影シーン（スタジオ・電飾）

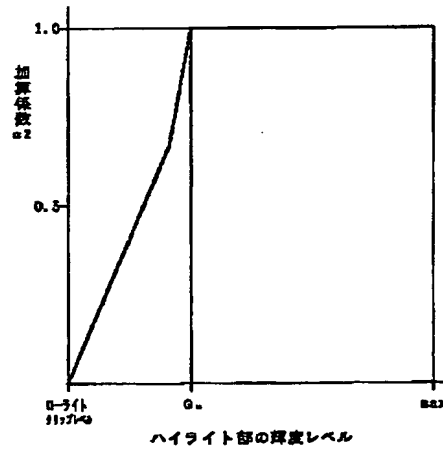
【図6】



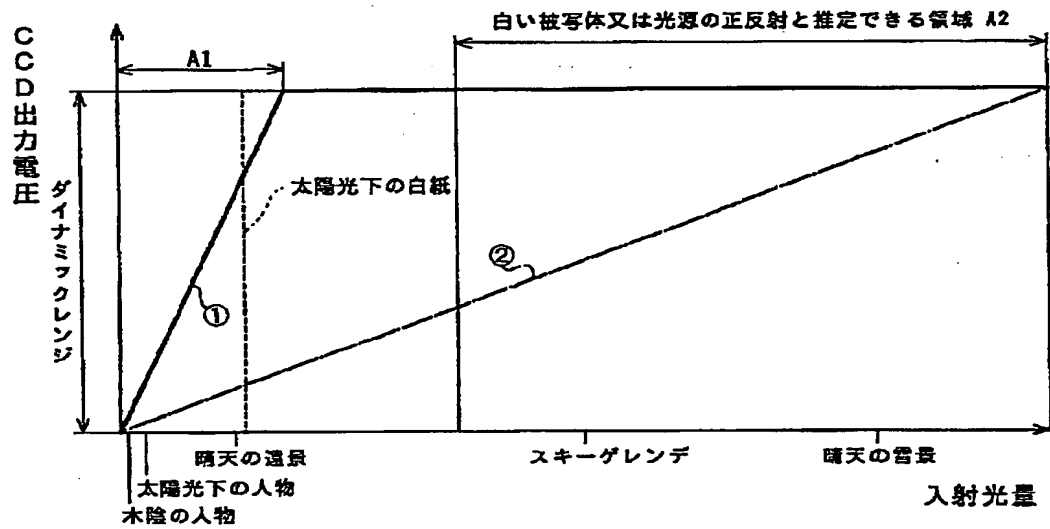
【図11】



【図12】



【図14】



【図13】

	ハイライト 部面積	黒体軌跡判別	ハイライト 輝度レベル	想定シーン	WB補正内容	加算比率
(1)	大	黒体軌跡	高い	太陽光等の光源が 面角内にある逆光	光源判別結果によるWB補正 にアンバー補正を行う	光源 100% 通常 0%
(2)	大	黒体軌跡	中位	一般の順光シーン 空を含む曇天シーン	光源判別結果による WB補正	光源 100% 通常 0%
(3)	大	黒体軌跡	低い	白い反射物を 含む被写体	光源判別結果によるWB 補正に通常WB結果を加算	加算比率 可変
(4)	小	黒体軌跡	-----	点光源シーン	通常WB補正 低輝度時はWBプリント	光源 0% 通常 100%
(5)	小	黒体軌跡外	-----	点光源シーン	通常WB補正 低輝度時はWBプリント	光源 0% 通常 100%
(6)	大	黒体軌跡外	高い	カラー電球等	通常WB補正	光源 0% 通常 100%
(7)	大	黒体軌跡外	中・低位	カラーフェイリア シーングラ付け等	通常WB補正(カラー フェイリア補正)	光源 0% 通常 100%
(8)	無し	-----	-----	光源判別不可シーン	通常WB補正	光源 0% 通常 100%

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.